

## ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ И ПУТЕЙ

Асонов А. М., Ильясов О. Р., Борисова Г. М., Холопов Ю. А.

## ECOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF MODERN TECHNOLOGIES FOR TREATMENT OF SURFACE RUNOFF FROM RAILWAY STATIONS AND TRACKS

Asonov A. M., Ilyasov O. R., Borisova G. M., Kholopov Yu. A.

### Аннотация

Рассмотрены причины загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами, тяжелыми металлами и другими загрязнителями, поступающими с объектов железнодорожного транспорта. Отмечено, что часто это связано с нарушением правил обращения с нефтепродуктами, с отсутствием мер и специальных средств по предотвращению утечек и разливов, а также с поверхностным стоком, затрагивающим железнодорожные пути. Особую опасность представляют топливные склады и объекты прошлого (накопленного) экологического ущерба. При этом малые реки являются наиболее уязвимыми от внешних воздействий водными объектами, а крупные собирают совокупное загрязнение водосборных территорий. При компактном размещении потенциально опасных объектов (депо, станции) и их близости к естественным водоемам необходимы значительные инвестиции для строительства стационарных очистных сооружений. Так, на территории ремонтного локомотивного депо Бугульма–Грузовая строительство очистных сооружений на основе комплекса ЭКО-ЛС-10/6 для очистки ливневых и талых сточных вод потребовало значительных инвестиций и позволило перевести сточные воды в объеме 26,7 тыс. м<sup>3</sup>/год из категории «недостаточно-очищенных» в категорию «нормативно-чистые», нивелировать риски возможных платежей за возмещение ущерба, причиненного окружающей среде и водному объекту (до 900 тыс. руб./год). Показана эколого-экономическая эффективность использования аккумуляционного фитофильтра, позволяющего обеспечить несколько ступеней очистки на основе физико-химических методов (пруд-отстойник, тонкослойный отстойник), которые дополняются деструкцией и утилизацией загрязнений высшей водной растительностью и микробиотой в вегетационный период. Фильтрующие полосы в составе железнодорожных насыпей позволяют обеспечить эффект очистки от нефтепродуктов 98,5–99,0 % при годовом предотвращенном экологическом ущербе для рассматриваемого участка насыпи 8094,7 тыс. руб.

**Ключевые слова:** поверхностный сток, технологии очистки, железнодорожная насыпь, нефтепродукты, тяжелые металлы, эколого-экономическая эффективность, аккумуляционный фитофильтр, фильтрующая полоса.

### Abstract

Causes of surface water pollution with oil products, heavy metals and other pollutants coming from railway transport facilities are considered in the article. It is noted that this is often due to violations in handling petroleum products, lack of measures and special means to prevent leaks and spills, as well as surface runoff affecting railway tracks. Fuel depots and objects of past (accumulated) environmental damage are particularly dangerous. In the meantime, small rivers represent water bodies most vulnerable to external effects, and large rivers accumulate the total pollution of catchment areas. Given the compact arrangement of potentially hazardous facilities (depots, stations) and their proximity to natural water bodies, significant investments are required for construction of stationary treatment facilities. For instance, in the territory of the repair locomotive depot Bugulma-Gruzovaya, construction of treatment facilities based on the ECO-LS-10/6 complex for treatment of storm and snowmelt waste waters required significant investments and allowed transferring waste waters in the amount of 26.7 thousand m<sup>3</sup>/year from the category of “insufficiently treated” to the category of “regulatory clean”, and mitigating risks of possible compensation for damage caused to the environment and the water body (up to 900 thousand rubles/year). Ecological and economic efficiency of using the accumulative phytofilter providing several stages of treatment based on physical and chemical methods (sedimentation pond, thin-layer sedimentation tank) complemented by destruction and disposal of contamination by higher aquatic plants and microbiota in the growing season, is shown. Filter strips (as components of railway embankments) provide 98.5–99.0 % effect of cleaning from oil with the annual prevented environmental damage regarding the considered section of the embankment of 8,094.7 thousand rubles.

**Keywords:** surface runoff, treatment technologies, railway embankment, oil products, heavy metals, ecological and economic efficiency, accumulative phytofilter, filter strip

## Введение

Проблема качества природных вод, которые становятся источниками, в том числе питьевого водоснабжения, является одной из важных в плане экологической безопасности. Мониторингу состояния питьевой воды посвящается целый раздел в ежегодно издаваемом по линии Роспотребнадзора Государственном докладе [17]. Отмечено, что «за 5 лет реализации закона [22] обеспеченность населения России водой, соответствующей требованиям безопасности, выросла на 4 % и составила в 2017 году 91,5 % населения страны».

Среди прочих на качество питьевой воды и воды водных объектов оказывают влияние следующие факторы: ливневые и паводковые воды; разливы нефти и нефтепродуктов в результате аварий; эвтрофикация водоемов и др. [17].

Вместе с тем «в 2017 году превышение гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям отмечалось в 25,6 % проб воды из водоемов 1-й категории водопользования» [17].

В мониторинговых исследованиях [24] отмечается, что максимальные количества нефтепродуктов наблюдались в речных водах в период весеннего половодья и в осеннюю межень.

## Методы и материалы

В исследовании проанализированы литературные данные и производственные ситуации, характеризующие особенности загрязнения водоемов вблизи предприятий и линейных объектов железнодорожного транспорта, а также применение современных технологий очистки поверхностных стоков. Приводятся объемы инвестиций, анализ их природоохранного и социального значения, расчет эколого-экономической эффективности различных мероприятий.

## Результаты исследования и обсуждение

### *Загрязнение поверхностных вод вблизи объектов железнодорожного транспорта*

Основными причинами загрязнения поверхностных вод вблизи объектов железнодорожного транспорта нефтепродуктами являются их случайные и неслучайные проливы. При этом особую опасность могут представлять топливные склады [23] и объекты прошлого (накопленного) экологического ущерба [2, 8, 25]. В литературе отмечается, что «малые реки остаются наименее изученными и наиболее уязвимыми от внешних

воздействий водными объектами» [10], а «крупные реки являются "коллекторами" совокупного загрязнения водосборных территорий продуктами человеческой деятельности» [6].

Исследованиям дождевых и талых сточных вод с территорий, прилегающих к железнодорожным путям, посвящен ряд работ [16, 19–21]. Во время выпадения дождей и интенсивного снеготаяния образующиеся поверхностные сточные воды могут попадать как в близлежащий водоем, так и проникать в толщу грунтов [21].

В условиях города поверхностные стоки могут собираться дождеприемниками в канализационную сеть либо отводиться по рельефу местности в нижерасположенные места: овраги, реки, озера и т. д. [20].

### *Стационарные сооружения для очистки поверхностных сточных вод на объектах железной дороги*

Особая экологическая опасность попадания нефтепродуктов в природные водоемы заключается в нарушении условий обитания гидробионтов, при этом платежи за возмещение ущерба могут составлять значительные суммы. В качестве примера рассмотрим решение проблемы поступления потенциально опасных ливневых и сточных вод с территории ремонтного локомотивного депо «Бугульма–Грузовая» Куйбышевской железной дороги в природный водоем — ручей Казачий. Благодаря инвестиционным средствам, в размере 186,7 млн руб., выделенным ОАО «РЖД» по программе «Обеспечение экологической безопасности», были построены новые очистные сооружения для очистки ливневых и талых сточных вод (рис. 1).

Процессы, использующиеся в данном комплексе, представлены на рис. 2.

«Благодаря очистным сооружениям сточные воды в объеме 26,7 тыс. м<sup>3</sup>/год были переведены из категории «недостаточно-очищенных» в категорию «нормативно-чистые», что избавило предприятие от рисков возможных платежей за возмещение ущерба (до 900 тыс. руб./год)» [9]. В случае с компактным расположением источников поверхностных и талых сточных вод (в пределах ремонтного локомотивного депо) такой подход со строительством капитальных очистных сооружений является оправданным.



Рис. 1. Комплекс очистки ливневых стоков ЭКО-ЛС-10/6

Кроме того, проект имел и социальное значение, поскольку улучшились условия труда на объекте, было предотвращено загрязнение акватории ручья Казачий в районе города Бугульма с населением свыше 86 тыс. человек.

Однако подобные инвестиционные проекты, к сожалению, реализуются довольно редко. Очевидно, что «размеры платы за негативное воз-

действие на окружающую среду должны стать сопоставимы с затратами, необходимыми для предотвращения такого воздействия», что должно стимулировать собственников объектов активнее заниматься природоохранными проектами [7].

Менее затратный вариант обращения с поверхностными стоками отмечен в работе [19], на примере четырех объектов Куйбышевской желез-

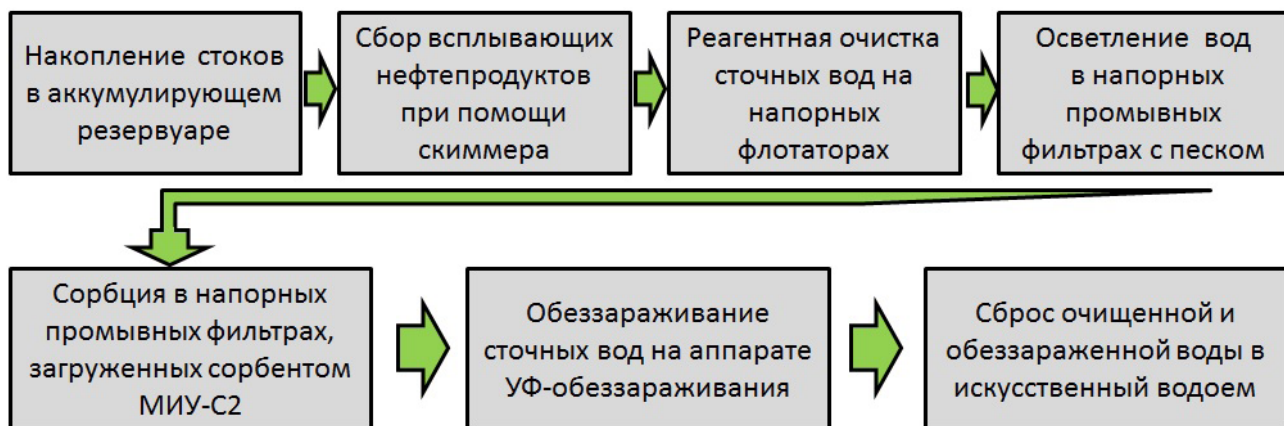


Рис. 2. Технологическая схема очистки сточных вод

ной дороги — филиала ОАО «РЖД» предлагается поверхностный сток со склонов балластной призмы собирать лотками в резервуар, а оттуда перекачивать в городской коллектор канализации с небольшим расходом.

В качестве приемников сточных вод предприятий, по мнению [11], могут быть локализованные водоемы с обваловкой грунтом их периметра. Обваловать можно любой пониженный участок местности, в таком случае водосборная площадь приобретает форму водного объекта, используемого в качестве сооружения по доочистке стоков в естественных условиях.

Однако вопросы глубокой очистки диффузионного поверхностного стока от смеси нефтепродуктов остаются открытыми. Основная масса загрязнений, которые аккумулировались в холодный период, удаляются диффузно с талым стоком за 10–15 дней на рельеф или в водный объект.

Высокой эколого-экономической эффективностью отличается водоохраный комплекс, разработанный в УрГУПС. Его апробация проводилась на станции Шаля Свердловской железной дороги.

Требования к качеству очищенных сточных вод, поступающих в Шалинский пруд, представлены в табл. 1.

Для достижения требуемых параметров качества очистки талого и дождевого стоков была рекомендована трехступенчатая схема водоохранного комплекса. В состав последнего вошли пруды-отстойники, отстойники, оборудованные тонкослойными модулями и аккумуляционные фитофильтры (АФФ) [3], конструкция которых представлена на рис. 3.

Достоинствами АФФ являются:

- глубокая очистка сточных вод на основе физико-химических методов и биодеструкции загрязнителей ризосферой высших водных растений;
- технологический процесс может осуществляться в любое время года с высокими скоростями,

ми, накапливая необходимые объемы сточных вод для дальнейшей биодеструкции в вегетационный период;

- уменьшение территорий, занятых ботаническими площадками, в 50–100 раз, сокращение площади поверхности прудов-усреднителей.

С учетом эффективности работы используемых в технологической схеме сооружений и фильтрующих материалов был выполнен расчет ожидаемого качества очищенного стока.

Качество стока:

- До и после пруда-отстойника (1-я ступень).

Концентрация взвешенных веществ и нефтепродуктов поверхностного стока:

$$C_{\text{ВВ}} — 400 \text{ мг/дм}^3; C_{\text{НП}} — 85 \text{ мг/дм}^3.$$

Концентрация поллютантов после отстаивания:

$$C_{\text{ВВ}} — 200 \text{ мг/дм}^3; C_{\text{НП}} — 45 \text{ мг/дм}^3.$$

Эффект осветления стока — 50 %.

- После тонкослойного отстойника (2-я ступень).

Эффект осветления стока — 95 %:

$$C_{\text{ВВ}} — 10 \text{ мг/дм}^3; C_{\text{НП}} — 2,25 \text{ мг/дм}^3$$

- После аккумуляционного фитофильтра (3-я ступень).

Эффект осветления стока — 98 %:

$$C_{\text{ВВ}} — 2 \text{ мг/дм}^3; C_{\text{НП}} — 0,045 \text{ мг/дм}^3.$$

Следует отметить, что в талом и дождевом стоке с территории железнодорожного транспорта в значительном количестве содержатся ионы тяжелых металлов и биогенные вещества.

Хотя в задании заказчика эти загрязняющие вещества не указаны, следует отметить, что опал-кристоболитовая порода (опока) является хорошим ионообменным сорбентом, а потому фильтрация через него поверхностного стока позволяет очистить сток от взвешенных веществ, нефтепродуктов, азота аммонийного, железа общего, меди, никеля, свинца до показателей, которые позволяют осуществлять сброс в водные объекты рыбохозяйственного назначения.

Таблица 1

Требования к качеству очищенных вод

Наименование	На входе (исходный сток), мг/л	Сток после 1-й ступени очистки, перед поступлением на 2-ю ступень, мг/л	На выходе, после 3-й ступени мг/л
Взвешенные вещества	400	200	До 3,0
Нефтепродукты	85	45	До 0,05

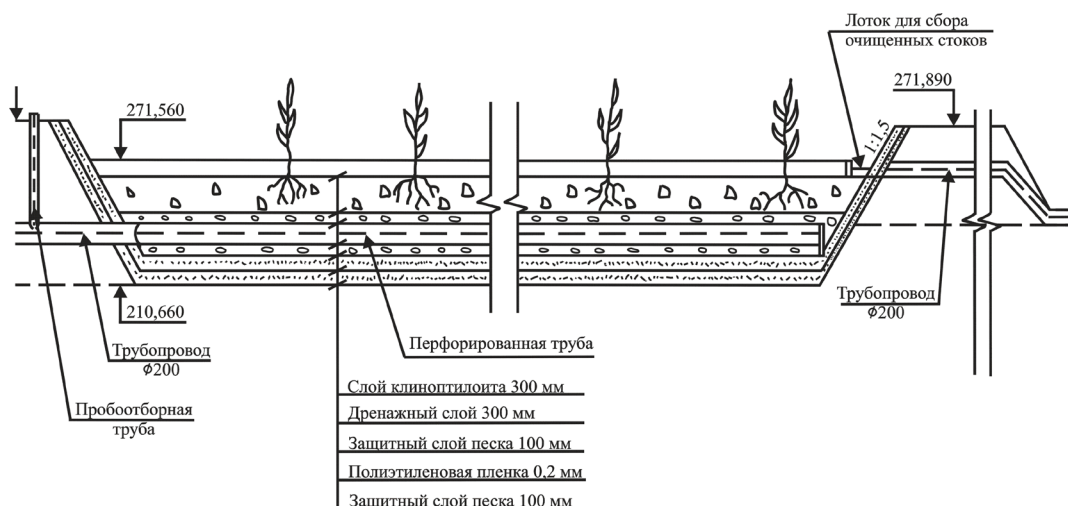


Рис. 3. Аккумуляционный фитофильтр

Расчет срока службы водоохранного комплекса показал его работоспособность в течение 9–10 лет без замены фильтрующей загрузки АФФ и тонкослойных модулей.

Предотвращенный экологический ущерб от глубокой очистки поверхностного стока с территории железнодорожной станции Шаля был рассчитан по «Методике исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства» [15] (в ценах 2014 года).

Размер вреда по сброшенным вредным (загрязняющим) веществам составляет:

*Ливневой сток*

Взвешенные вещества:

$$Y_{\text{ВВ}} = 45 \times 17,77 \times 5 \times 1,10 \times 1,41 \times 2,45 = 15\,193,150 \text{ тыс. руб.}$$

Нефтепродукты:

$$Y_{\text{НП}} = 670 \times 3,79 \times 5 \times 1,10 \times 1,41 \times 2,45 = 48\,246,065 \text{ тыс. руб.}$$

*Талый сток*

Взвешенные вещества:

$$Y_{\text{ВВ}} = 45 \times 1,78 \times 5 \times 1,25 \times 1,41 \times 2,45 = 1\,729,410 \text{ тыс. руб.}$$

Нефтепродукты:

$$Y_{\text{НП}} = 670 \times 0,38 \times 5 \times 1,25 \times 1,41 \times 2,45 = 5\,496,973 \text{ тыс. руб.}$$

*Общий предотвращенный экологический ущерб за год составит:*

$$Y_{\text{ОБ}} = Y_{\text{ВВ}} (\text{ливневой} + \text{талый сток}) + Y_{\text{НП}} (\text{ливневой} + \text{талый сток})$$

$$Y_{\text{ОБ}} = 15\,193,150 + 1\,729,410 + 48\,246,065 + 5\,496,979 = 70\,665,604 \text{ тыс. руб.}$$

Высокая эколого-экономическая эффективность предлагаемого водоохранного комплекса по защите природных водных объектов от загрязнения поверхностным стоком с территорий железнодорожного транспорта открывает перспективы значительного улучшения качества водных ресурсов страны.

**Сооружения для очистки талого и дождевого стоков с линейных объектов (территории железнодорожной насыпи)**

Существенная часть нефтепродуктов адсорбируется балластом (почво-грунтами), их десорбция поверхностным стоком растянута во времени. Очевидно, что нужны инженерные решения защиты водных объектов от загрязнения углеводородами до поступления диффузионного стока в водоемы. Кроме того, анализ качественного состава талых и дождевых вод с железнодорожных станций показывает присутствие помимо нефтепродуктов и взвешенных веществ еще и ионов тяжелых металлов [1, 3–5, 12–14, 16, 18].

Задача разработать технологию и сооружение, обеспечивающие максимальный экологический, экономический и эксплуатационный эффект при очистке талого и дождевого стоков с территории железнодорожной насыпи была успешно решена в работе [5]. Исходные условия характеризовались площадью железнодорожной насыпи 11 060 м<sup>2</sup> и пожарного проезда площадью 8020 м<sup>2</sup>, примыкающего к насыпи. Специ-

фичность железнодорожной насыпи как объекта канализования — ее значительная длина (1167 м) при малой ширине перспективного пути (9,33 м) и пожарного проезда (7,26 м), уклон в одну сторону (рис. 4), что было учтено при расчете расходов и объемов поверхностного стоков.

Сток в результате снеготаяния в данном случае можно признать диффузным и равномерным по всей длине насыпи; максимальный объем стока равен 9,82 м<sup>3</sup>/сут/п. м железнодорожной насыпи или 22,73 м<sup>3</sup>/п. м/год. Суммарный годовой расход талого и дождевого стока на 1 п. м насыпи оценивается в пределах 38–40 м<sup>3</sup>.

Для очистки поверхностного стока было предложено сооружение с условным названием «Фильтрующая полоса», на которое был получен патент РФ [3]. Конструктивное оформление представлено на рис. 4.

При скорости фильтрации 0,4–1,0 м/ч задерживается 99 % взвешенных веществ, т. е. эффективность очистки от нефтепродуктов составляет 98,5–99,0 % при прогнозируемой концентрации нефтепродуктов не более 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. Данная концентрация соответствует требованиям рыбохозяйственных водоемов.

На основании выполненных расчетов прогнозируемый срок службы фильтрующей полосы — 15–20 лет. Специально обустроенные дренажные трубы позволяют анализировать сорбционные способности объекта по качеству фильтрата.



Рис. 4. Территория железнодорожной насыпи

При средней длине ж.-д. насыпи  $L = 1167$  м, годовое количество взвешенных веществ, поступающих с поверхностным стоком, будет в пределах  $M_{\text{ВВ}} = (0,25 \cdot 38,25) \cdot 1167 = 11159$  кг/год = 11,2 т/год.

Если признать равномерным очистку стока от нефтепродуктов 100 %, то годовое количество нефтепродуктов, поступающих с ж.-д. насыпи будет в пределах  $M_{\text{НП}} = (0,02 \cdot 38,25) \cdot 1167 = 892,7$  кг/год = 0,89 т/год

В этом случае годовой предотвращенный экологический ущерб составит 8094,70 тыс. руб., а за период своего функционирования (15 лет)

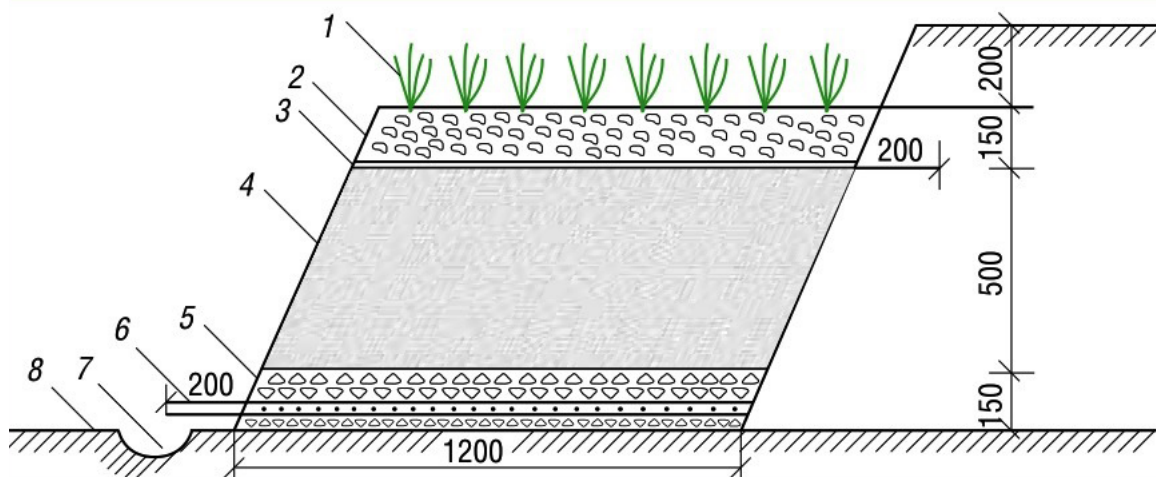


Рис. 5. Фильтрующая полоса (поперечный разрез):

1 — многолетние травы; 2 — слой повышенной грязеемкости (многолетние травы); 3 — дырчатая распределительная диафрагма; 4 — сорбционный слой (опока); 5 — дренаж (щебень); 6 — труба для отбора фильтрата на качество; 7 — приямок; 8 — естественный грунт

121 420,5 тыс. руб. Таким образом, предотвращается поступление в рыбохозяйственные водоемы с железнодорожной насыпи загрязненных взвешенными веществами и нефтепродуктами поверхностных стоков.

### Заключение

На основании приведенных примеров можно рекомендовать следующие конструктивно-организационные подходы к организации водоохраных мероприятий для железнодорожных станций и путей. В случае компактного размещения потенциально опасных объектов (депо, станции) и их близости к естественным водоемам необходимы значительные инвестиции для строительства стационарных очистных сооружений, например, на основе комплекса ЭКО-ЛС-10/6, либо использование пруда-отстойника и тонкослойного отстойника, дополненных аккумуляционными фитофильтрами. Для ситуаций с линейными объектами загрязнения значительной протяженности предпочтительными будут фильтрующие полосы в составе железнодорожных насыпей. Данные устройства доказали свою эколого-экономическую эффективность.

### Литература

1. Алексеев, М. И. и Курганов, А. М. (2000). Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий. СПб.: СПбГАСУ, 352 с.
2. Анфилофьев, Б. А., Баранова, М. Н., Васильева, Д. И., Шиманчик, И. П. и Холопов, Ю. А. (2018). Эколого-экономические проблемы эффективного использования городских земель с накопленным экологическим ущербом. Экология и промышленность России, т. 22, № 7, сс. 59–65. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-7-59-65
3. Асонов, А. М. и Ильясов О. Р. (1998). Фитофильтр для очистки сточных вод. Патент RU2149836С1.
4. Асонов, А. М., Ильясов, О. Р. и Борисова, Г. М. (2014). Фильтрующая полоса в составе железнодорожной насыпи. Транспорт Урала, № 3 (42), сс. 73–77.
5. Асонов, А. М. и Ковалёв, Д. О. (2014). Защита ландшафта от загрязнения поверхностным стоком с железнодорожной насыпи. Инновационный транспорт, № 3 (13), сс. 16–19.
6. Розенберг, Г. С. (2011). Волжский бассейн. Устойчивое развитие: опыт, проблемы, перспективы. М.: Институт устойчивого развития Общественной палаты Российской Федерации. Центр экологической политики России, 104 с.
7. Гунькова, А. Г. и Холопов, Ю. А. (2017). Улучшение эколого-экономических показателей предприятия на основе внедрения наилучших доступных технологий. Вестник Волгоградского государственного университета. Сер. 3: «Экономика. Экология», т. 19, № 3, сс. 235–242. DOI: 10.15688/jvolsu3.2017.3.22
8. Дружина, Н. А., Васильева, Д. И., Шиманчик, И. П. и Холопов, Ю. А. (2017). Учет прошлого (накопленного) экологического ущерба в природоохранной работе ОАО «РЖД». Самарский научный вестник, т. 6, № 1 (18), сс. 27–32.
9. Дружина, Н. А., Челноков, В. Н. и Холопов, Ю. А. (2016). Использование современных технологий для организации приема и очистки ливневых и талых сточных вод с территории ремонтного локомотивного депо Бугульма–Грузовая. Наука и образование транспорту, № 2, сс. 128–130.
10. Зинченко, Т. Д. и Розенберг, Г. С. (2012). Большие проблемы малых рек. Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии, т. 21, № 4, сс. 207–213.
11. Инчагов, А. Д. (2018). Сброс сточных вод на водосборные площади: ни запрета, ни разрешения. Экология производства, № 6, сс. 64–69.
12. Коронкевич, Н. И. и Долгов, С. В. (2017). Сток с водосбора как источник диффузного загрязнения рек. Вода и экология: проблемы и решения, № 4 (72), сс. 103–110. DOI: 10.23968/2305-3488.2017.22.4.103-110
13. Липкинд, Т. А. (2006). Защита водных объектов от загрязнения углеводородами поверхностного стока предприятий железнодорожного транспорта. Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление, № 3, сс. 86–92.
14. Мануйлов, М. Б. и Московкин, В. М. (2016). Влияние поверхностного стока (дождевых и талых вод) на экологическую и техногенную ситуацию в городах. Вода и экология: проблемы и решения, № 2 (66), сс. 35–47.
15. Минприроды России (2009). Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства. М.: Минприроды России, 35 с.
16. Новикова, О. К., Грузинова, В. Л. и Прищепов, А. О. (2017). Оценка поверхностных сточных вод с железнодорожных путей. Наука и образование транспорту, т. 2, сс. 68–69.
17. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (2018). О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 268 с.
18. Петрова, Н. (2011). Очистка поверхностного стока железнодорожной станции. Сантехника, отопление, кондиционирование, № 3 (111), сс. 22–23.
19. Стрелков, А. К., Теплых С. Ю. и Горшкалев, П. А. (2017). Технологические схемы сбора, отведения и очистки поверхностных сточных вод предприятий железнодорожного транспорта. Промышленное и гражданское строительство, № 3, сс. 73–78.
20. Стрелков, А. К., Теплых, С. Ю., Горшкалев, П. А. и Саргсян, А. М. (2013). Экологические аспекты воздействия поверхностных сточных вод с железнодорожных станций. Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура, № S4 (13), сс. 83–88. DOI: 10.17673/Vestnik.2013.S4.23
21. Теплых, С. Ю. и Саргсян, А. М. (2012). Влияние поверхностного стока с путей на водные объекты. Путь и путевое хозяйство, № 5, сс. 27–29.
22. RG.ru (2011). Федеральный закон от 7 декабря 2011 г. N 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении». [online] Доступно по ссылке: <https://rg.ru/2011/12/08/voda-site-dok.html> [Дата обращения 27.07.2018].

23. Хрипченко, Т. А. и Холопов Ю. А. (2014). Топливные склады как объекты потенциальной опасности аварийных ситуаций на железнодорожном транспорте. В: Перельгин, Ю. П. (ред.) Экологическая безопасность регионов России и риск от техногенных аварий и катастроф. Сборник статей XIV Международной научно-практической конференции. Пенза: Приволжский Дом знаний, сс. 100–103.

24. Яшин, И. М., Васнев, И. И., Гареева, И. В. и Черников, В. А. (2015). Экологический мониторинг вод Москвы-реки в столичном мегаполисе. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии, № 5, сс. 8–25.

25. Anfilofev, B. A., Vasilieva, D. I., Shimanchik, I. P., Kholopov, Yu. A. (2017). Objects of accumulated environmental damage as a factor of reducing ecological and economic efficiency of urbanized territories use. In: Proceedings of the Sixth International Environmental Congress (Eighth International Scientific Conference) “Ecology and Life Protection of Industrial-Transport Complexes” ELPIT 2017, 20–24 September, 2017, Samara–Togliatti, Russia: Edition ELPIT, Publishing House of Samara Scientific Center, pp. 7–14.

### References

1. Alekseev, M. I., Kurganov, A. M. (2000). *Organizatsiya otvedeniya poverkhnostnogo (dozhdevogo i talogo) stoka s urbanizirovannykh territoriy* [Organization of surface (rain and snowmelt) runoff removal from urban areas]. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 352 p. (in Russian).

2. Anfilofev, B. A., Baranova, M. N., Vasilieva, D. I., Shimanchik, I. P., Kholopov, Yu. A. (2018). Ekologo-ekonomicheskiye problemy effektivnogo ispolzovaniya gorodskikh zemel s nakoplyennym ekologicheskim usherbom [Ecological and economic problems urban land with accumulated environmental damage effective use]. *Ecology and Industry of Russia*, vol. 22, No. 7, pp. 59–65. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-7-59-65 (in Russian).

3. Asonov, A. M., Ilyasov O. R. (1998). Fitofiltr dlya ochistki stochnykh vod [Phytofilter for sewage treatment]. Patent RU2149836C1 (in Russian).

4. Asonov, A. M., Ilyasov, O. R., Borisova, G. M. (2014). Filtruyushchaha polosa v sostave zheleznodorozhnoy nasypi [Filter strip as a part of railway embankments]. *Transport of the Urals*, No. 3 (42), pp. 73–77 (in Russian).

5. Asonov, A. M., Kovalyov, D. O. (2014). Zashchita landshafta ot zagryazneniya poverkhnostnym stokom s zheleznodorozhnoy nasypi [Protection of landscape against pollution with surface drain from railway bank]. *Innotrans*, No. 3 (13), pp. 16–19 (in Russian).

6. Rozenberg, G. S. (2011). *Volzhsky basseyn. Ustoychivoye razvitiye: opyt, problemy, perspektivy* [Volga basin. Sustainable development: experience, problems, prospects]. Moscow: Institute of Sustainable Development of the Civic Chamber of the Russian Federation. Center for Russian Environmental Policy, 104 p. (in Russian).

7. Gunkova, A. G., Kholopov, Yu. A. (2017). Uluchsheniye ekologo-ekonomicheskikh pokazateley predpriyatiya na osnove vnedreniya nailuchshikh dostupnykh tekhnologiy [Improving the ecological and economic indices of the company on the basis of the best available techniques]. *Science Journal of Volgograd*

*State University. Global Economic System*, vol. 19, No. 3, pp. 235–242. DOI: 10.15688/jvolsu3.2017.3.22 (in Russian).

8. Druzhina, N. A., Vasilieva, D. I., Shimanchik, I. P., Kholopov, Yu. A. (2017). Uchyot proshlogo (nakoplyennogo) ekologicheskogo usherba v prirodookhrannoy rabote OAO “RZhD” [Taking account of environmental damage in the environmental protection activities of JSC Russian Railways]. *Samara Journal of Science*, vol. 6, No. 1 (18), pp. 27–32 (in Russian).

9. Druzhina, N. A., Chelnokov, V. N., Kholopov, Yu. A. (2016). Ispolzovaniye sovremennykh tekhnologiy dlya organizatsii priyoma i ochistki livnevnykh i talykh stochnykh vod s territorii remontnogo lokomotivnogo depo Bugulma-Gruzovaya [The use of modern technologies for collection and treatment of stormwater and snowmelt wastewater from the territory of the repair of locomotive depot Bugulma-Gruzovaya]. *Nauka i obrazovaniye transportu*, No. 2, pp. 128–130 (in Russian).

10. Zinchenko, T. D., Rozenberg, G. S. (2012). Bolshiye problemy malyykh rek [Big problems of small rivers]. *Samarskaya Luka: problemy regionalnoy i globalnoy ekologii*, vol. 21, No. 4, pp. 207–213 (in Russian).

11. Inchagov, A. D. (2018). Sbroso stochnykh vod na vodosbornye ploshchadi: ni zapreta, ni razresheniya [Wastewater discharges in the watershed: neither prohibition, nor permission]. *Industrial Ecology (Russia)*, No. 6, pp. 64–69 (in Russian).

12. Koronkevich, N. I., Dolgov, S. V. (2017). Stok s vodosbora kak istochnik diffuznogo zagryazneniya rek [The runoff from a watershed as a source of diffuse river pollution]. *Water and Ecology: Problems and Solutions*, No. 4 (72), pp. 103–110. DOI: 10.23968/2305-3488.2017.22.4.103-110 (in Russian).

13. Lipkind, T. A. (2006). Zashchita vodnykh obyektov ot zagryazneniya uglevodorodami poverkhnostnogo stoka predpriyatiy zheleznodorozhnoy transporta [Protection of water bodies against pollution with hydrocarbons of surface runoff from railway transport enterprises]. *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*, No. 3, pp. 86–92 (in Russian).

14. Manuilov, M. B., Moskovkin, V. M. (2016). Vliyaniye poverkhnostnogo stoka (dozhdevnykh i talykh vod) na ekologicheskuyu i tekhnogennuyu situatsiyu v gorodakh [Influence of the surface flow (rainwater and meltwater) on the ecological and industrial situation in cities]. *Water and Ecology: Problems and Solutions*, No. 2 (66), pp. 35–47 (in Russian).

15. Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation (2009). Metodika ischisleniya razmera vreda, prichinyonnogo vodnym obyektam vsledstviye narusheniya vodnogo zakonodatelstva [Methods of calculating the amount of damage caused to water bodies due to violation of water legislation]. Moscow: Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation, 35 p. (in Russian).

16. Novikova, O. K., Gruzina, V. L., Prishchepov, A. O. (2017). Otsenka poverkhnostnykh stochnykh vod s zheleznodorozhnykh putey [Assessment of surface wastewater from railroad tracks]. *Nauka i obrazovaniye transportu*, vol. 2, pp. 68–69. (in Russian).

17. Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (2018). O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Rossiyskoy Federatsii v 2017 godu: gosudarstvenny doklad [On the state of

sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2017: national report]. Moscow: Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, 268 p. (in Russian).

18. Petrova, N. (2011). Ochistka poverkhnostnogo stoka zheleznodorozhnoy stantsii [Treatment of surface runoff from railway stations]. *Plumbing, Heating and Air Conditioning*, No. 3 (111), pp. 22–23 (in Russian).

19. Strelkov, A. K., Teplykh S. Yu., Gorshkalev, P. A. (2017). Tekhnologicheskiye skhemy sbora, otvedeniya i ochistki poverkhnostnykh stochnykh vod predpriyatii zheleznodorozhnogo transporta [Technological schemes of collection, disposal and treatment of surface waste water of railway enterprises]. *Industrial and Civil Engineering*, No. 3, pp. 73–78 (in Russian).

20. Strelkov, A. K., Teplykh, S. Yu., Gorshkalev, P. A., Sargsyan, A. M. (2013). Ekologicheskiye aspekty vozdeystviya poverkhnostnykh stochnykh vod s zheleznodorozhnykh stantsiy [Environmental aspects of the impact of surface wastewater from railway stations]. *Vestnik SGASU. Town Planning and Architecture*, No. S4 (13), pp. 83–88. DOI: 10.17673/Vestnik.2013.S4.23 (in Russian).

21. Teplykh, S. Yu., Sargsyan, A. M. (2012). Vliyaniye poverkhnostnogo stoka s putey na vodnye obyekty [Influence of surface runoff from railway tracks on water bodies]. *Railway Track and Facilities*, No. 5, pp. 27–29 (in Russian).

22. RG.ru (2011). Federalny zakon ot 7 dekabrya 2011 g. No. 416-FZ “O vodosnabzhenii i vodootvedenii” [Federal Law No. 416-FZ dd. December 7, 2011 “On water supply and discharge”]. Available at: <https://rg.ru/2011/12/08/voda-site-dok.html> (in Russian).

23. Khripchenko, T. A., Kholopov, Yu. A. (2014). *Toplivnye sklady kak obyekty potentsialnoy opasnosti avariynnykh situatsiy na zheleznodorozhnom transporte* [Fuel depots as objects of potential emergency situations in railway transport]. In: Perelygin, Yu. P. (ed.) *Ekologicheskaya bezopasnost regionov Rossii i risk ot tekhnogennykh avariya i katastrof. Sbornik statey XIV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Ecological safety of Russian regions and risks of industrial disasters. Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference]. Penza: Volga house of knowledge, pp. 100–103 (in Russian).

24. Yashin, I. M., Vasenev, I. I., Gareeva, I. V., Chernikov, V. A. (2015). Ekologichesky monitoring vod Moskvy-reki v stolichnom megapolise [Ecological monitoring of the Moskva river waters in metropolitan area]. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*, No. 5, pp. 8–25 (in Russian).

25. Anfilofev, B. A., Vasilieva, D. I., Shimanchik, I. P., Kholopov, Yu. A. (2017). Objects of accumulated environmental damage as a factor of reducing ecological and economic efficiency of urbanized territories use. In: Proceedings of

the Sixth International Environmental Congress (Eighth International Scientific Conference) “Ecology and Life Protection of Industrial-Transport Complexes” ELPIT 2017, 20–24 September, 2017, Samara–Togliatti, Russia: Edition ELPIT, Publishing House of Samara Scientific Center, pp. 7–14.

#### Авторы

**Асонов Александр Михайлович**, д-р биол. наук, профессор

Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: [ason@mail66.ru](mailto:ason@mail66.ru)

**Ильясов Олег Рашитович**, д-р биол. наук, профессор  
Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: [ilyasov3@rambler.ru](mailto:ilyasov3@rambler.ru)

**Борисова Галина Михайловна**  
Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: [borisova@usurt.ru](mailto:borisova@usurt.ru)

**Холопов Юрий Александрович**, канд. с.-х. наук, доцент  
Самарский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: [kholopov@bk.ru](mailto:kholopov@bk.ru)

#### Authors

**Asonov Alexandr Mihailovich**, Dr. of Biological Sciences, Professor

Ural State University of Railway Transport, Yekaterinburg, Russia

E-mail: [ason@mail66.ru](mailto:ason@mail66.ru)

**Ilyasov Oleg Raschitovich**, Dr. of Biological Sciences, Professor

Ural State University of Railway Transport, Yekaterinburg, Russia

E-mail: [ilyasov3@rambler.ru](mailto:ilyasov3@rambler.ru)

**Borisova Galina Mihailovna**  
Ural State University of Railway Transport, Yekaterinburg, Russia

E-mail: [borisova@usurt.ru](mailto:borisova@usurt.ru)

**Kholopov Yurii Alexandrovich**, Ph. D. in Agricultural Sciences, Associate Professor

Samara State Transport University, Yekaterinburg, Russia

E-mail: [kholopov@bk.ru](mailto:kholopov@bk.ru)